

DEUTSCHES PATENTAMT



# AUSLEGESCHRIFT

## 1 244 827

Deutsche Kl.: 19 f - 5/12

Nummer: 1 244 827

Aktenzeichen: R 39688 V/19 f

Anmeldetag: 20. Januar 1965

Auslegetag: 20. Juli 1967

### 1

Die Wandungen von Tunneln, gleichgültig, ob diese im Schildvortrieb, durch Sprengung aus dem Fels oder anderweitig im Untertagebau hergestellt worden sind, wurden mit bituminösen Stoffen, wie Dichtungsbahnen mit Jutegewebeeinlage, nackten Bitumenpappen, geriffelten Metallbändern oder Kunststofffolien bisher nach zwei Methoden belegt.

Nach der älteren Methode werden auf die Tunnelwände mehrere Abdichtungslagen durch Klebung von Hand aufgewalzt oder auftapeziert. Das Verfahren ist außerordentlich lohnintensiv und bedeutet für den Ausführenden eine schwere und unsaubere Arbeit, da größere Partien auch über Kopf ausgeführt werden müssen. Zudem ist das Verfahren recht schwierig auszuführen, da auf die aufgeklebten Bahnen, solange die Klebmasse noch nicht erkaltet ist, ein gewisser Druck ausgeübt werden muß, damit die Bahnen sich nicht wieder von ihrem Untergrund lösen.

Nach dem neueren, bekanntgewordenen Verfahren bedient man sich einer Vorrichtung, von welcher die Bahnen an der Tunnelwand maschinell abgewickelt werden. Die Abwickelvorrichtung wird in einem Schienenprofil geführt, welches vorher dem Tunnelquerschnitt genau angepaßt wurde. Bei diesem Verfahren fährt die ausführende Person mit der Abrollvorrichtung mit und erzielt die Klebung durch Erwärmung der inneren Tunneloberfläche bzw. der oberen Bitumendeckschicht der bereits verlegten Abdichtungslage und der unteren Bitumendeckschicht der aufzubringenden Abdichtungslage mittels einer Propanflamme. Die Methode ist dadurch ebenfalls erschwert, daß wiederum bei großen Partien über Kopf gearbeitet werden muß und der Bedienende vor Erreichen des Tunnelscheitels von der Abwickelvorrichtung absteigen muß, um von einer Bühne aus die Überkopfarbeit ausführen zu können. Mit einer solchen Vorrichtung ist es auch nicht möglich, eine Bahn von der einen Seite der Tunnelsohle über den Tunnelscheitel zur anderen Tunnelsohle endlos aufzulegen. Die Vorrichtung muß für den Fall auf der anderen Seite des Tunnels montiert werden, oder hierfür muß eine zweite Vorrichtung zum Einsatz kommen.

Der Erfindung liegt demgegenüber die Aufgabe zugrunde, eine Maschine zum Belegen von Tunnelwänden mit Dichtungsbahnen zu schaffen, bei der diese Erschwernisse nicht auftreten. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß ein an einem Ende eine Belegungs-  
50  
Ende an dem Maschinengestell um eine etwa in Tunnel-  
längsrichtung verlaufende Achse schwenkbar ge-

Maschine und Verfahren zum Belegen von Tunnelwänden mit Dichtungsbahnen

Anmelder:

Ruberoidwerke Aktien Gesellschaft,  
Hamburg-Billstedt, Billbrookdeich 134

### 2

lagert ist. Hierdurch ist es ohne Schwierigkeiten möglich, die Dichtungsbahnen bis zum Tunnelscheitel und über diesen hinweg zu verlegen, und zwar wird dabei auch die Überkopfarbeit maschinell durchgeführt. Mit der Maschine können die Dichtungsbahnen in mehreren Lagen aufgebracht werden. Die Dichtungsbahnen sind entweder bereits vorher mit dem erforderlichen Bitumenklebeauftrag versehen, welcher dann beim Verlegen anzuschmelzen ist, oder ein zusätzlicher Klebeauftrag wird in die Klebefuge eingebracht.

Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 31.

Nachstehend ist die Erfindung an Hand der Zeichnung näher beschrieben. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Tunnel mit einer Betonsohle,

Fig. 2 eine schematische Stirnansicht einer Ausführungsform der Maschine nach der Erfindung,

Fig. 3 eine schematische Seitenansicht einer anderen Ausführungsform der Maschine nach der Erfindung,

Fig. 4 eine schematische Seitenansicht einer weiteren Ausführungsform der Maschine nach der Erfindung für eine Rundumbelegung des Tunnels,

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Belegungs-  
30  
vorrichtung,

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Belegungs-  
35  
vorrichtung,

Fig. 7 in schematischer Darstellung die Anordnung eines Heizkeiles an der Belegungs-  
40  
vorrichtung,

Fig. 8 in schematischer Darstellung die Anordnung einer Spritzvorrichtung für das Aufbringen des Klebmittels an der Belegungs-  
45  
vorrichtung,

Fig. 9 in schematischer Darstellung das Treibrad für den Schwenkantrieb der Belegungs-  
50  
vorrichtung,

Fig. 10 in schematischer Seitenansicht eine mit der Maschine nach der Erfindung verbundene Andrück-  
55  
vorrichtung,

Fig. 11 eine schematische Darstellung der Halterungsschale für die Vorratsrolle,

Fig. 12 eine schematische Stirnansicht einer Maschine nach der Erfindung mit einem als Gegen-

gewicht dienenden Lagerkorb für die Vorratsrolle und

Fig. 13 in schematischer Darstellung das Umlenkspiegelsystem zum Beobachten der Belegarbeit.

In Fig. 1 ist ein etwa hufeisenförmiger Tunnel dargestellt, aus dem die Verhältnisse ersichtlich sind. Darin bedeutet 1 die äußere Betonauskleidung des Tunnels, 2 die Sohlenabdichtung und 3 die später eingebrachte Betonsohle. Die aufzutragende Gewölbeabdichtung ist mit 4 bezeichnet.

In Fig. 2 ist das Ausführungsbeispiel einer Maschine gemäß der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar in einem Tunnel kreisförmigen Querschnittes mit bereits eingebrachter Sohle und deren Abdichtung. Die äußere Betonauskleidung des Tunnels ist mit 5, die Sohlenabdichtung mit 6 und die Sohle selbst mit 7 bezeichnet. Die Maschine befindet sich auf einem fahrbaren Untergerüst 8 und ist damit in der Längsachse des Tunnels verfahrbar. Dieses fahrbare Untergerüst 8 ist durch drei hydraulische Hubzylinder 9 vom Boden abhebbar, die weiterhin auch für jedes gewünschte Ausrichten des fahrbaren Untergerüstes 8 in seinem Winkel zur Sohle dienen können, indem sie unterschiedlich weit ausgefahren werden. Diese Hubzylinder 9 sind erforderlich, um die Maschine auch bei unregelmäßiger Unterlage, mit der ja zu rechnen ist, in die gewünschte Lage zur Tunnelachse zu bringen. Die Sohle kann nämlich durchaus anders als waagerecht verlaufen, und zwar in Kurven und bei Steigungen. Das fahrbare Untergerüst 8 trägt zwei Längsschienen 10, auf welchen die eigentliche Maschine nochmals in Längsrichtung, also parallel zur Tunnelachse, verfahrbar ist. Das Maschinengestell ist mit 11 bezeichnet. Die Bewegungen des Maschinengestelles 11 auf den Schienen 10 parallel zur Tunnelachse erfolgt durch einen in zwei Richtungen wirkenden Hubzylinder 12 um einen solchen Betrag, wie es zum überdeckenden Belegen des Tunnelgewölbes mit verschiedenen Lagen erforderlich ist. Handelt es sich um zwei Lagen, so muß das Maschinengestell 11 um eine halbe Bahnbreite verschoben werden können, damit von demselben Standort des fahrbaren Untergerüstes 8 beide Lagen verlegt werden können. Sind vier Lagen nacheinander zu verlegen, so muß die Verschiebbarkeit des Maschinengestelles 11 eineinhalb Bahnbreiten betragen. Dieses Verschieben des Maschinengestelles ist einfach deswegen zweckmäßiger, weil wegen der notwendigen Überlappungen sonst jedesmal beim Vor- und Zurückversetzen der Maschine ein neues Einrichten der Hubzylinder 9 erforderlich wäre.

Das Maschinengestell 11 besitzt eine Achse 21, die durch die Hubzylinder 9 in die gewünschte Lage zur Tunnelachse gebracht werden kann. Um diese Achse 21 ist ein Arm 13 schwenkbar angeordnet, welcher die eigentliche Belegungsvorrichtung 14, die hier nur schematisch durch eine einzige Rolle angedeutet ist und später genauer beschrieben wird, an der Tunnelwand entlangführt. Die untere Stellung der Belegungsvorrichtung 14 ist mit 15 auf der einen Tunnelseite und mit 16 auf der anderen Tunnelseite bezeichnet.

Die Belegungsvorrichtung 14 ist an dem Arm 13 mittels zweier hydraulischer Andruckzylinder befestigt, von welchen nur einer zeichnerisch dargestellt und mit 17 bezeichnet ist. Diese Andruckzylinder 17 halten die Belegungsvorrichtung 14 unter dem gleichen Anpreßdruck gegen die Tunnelwandung, un-

geachtet irgendwelcher Unebenheiten, die ein Ein- oder Ausfahren des Kolbens erforderlich machen können. Die Andruckzylinder 17 gestatten auch ein Einfahren der Belegungsvorrichtung 14 in Richtung 5 auf die Schwenkachse 21 zu, wenn z. B. bei einem schnellen Rücklauf der Maschine von der Stellung 16 in die Stellung 15 keine Dichtungsbahn verlegt werden soll.

Der Antrieb des Schwenkarmes 13 um seine Achse 21 kann elektrisch, hydraulisch, pneumatisch oder mechanisch von Hand erfolgen, wie überhaupt diese Antriebsarten generell für alle später noch zu beschreibenden Antriebe gültig sein sollen. Der Antrieb selbst wird weiter unten noch im einzelnen zu beschreiben sein, weswegen sich an dieser Stelle eine weitere Beschreibung erübrigt.

Durch den erforderlichen Anpreßdruck der Belegungsvorrichtung 14 gegen die Tunnelauskleidung 5 werden Kräfte auf die Schwenkachse 21 und damit auch auf das Maschinengestell 11 und das fahrbare Untergerüst 8 ausgeübt. Diese Kräfte vermag die Maschine nur dann aufzunehmen, ohne ihre Lage zur Tunnelachse zu verändern, wenn sie entweder besonders schwer ausgeführt ist oder aber gegen die Tunnelwandung abgestützt wird. Da diese Kräfte aber in horizontaler Richtung am meisten wirksam sind, sind zwei hydraulische Stützzylinder 18 vorgesehen, welche sich gegen die Tunnelwandung abstützen. Die Anordnung dieser Stützzylinder 18 ist am zweckmäßigsten in der Horizontalen, und zwar in einer Ebene mit der Achse 21. Um nicht im Schwenkbereich des Armes 13 und der Belegungsvorrichtung 14 zu liegen, sind die beiden Stützzylinder 18 außerhalb jenes Bereiches zu legen, in welchem die Belegung zu erfolgen hat. Gegebenenfalls sind die Stützzylinder 18 auch vierfach in derselben Ebene anzuordnen, wie dies aus Fig. 3 hervorgeht. Dort ist die Maschine in der Seitenansicht dargestellt. Das fahrbare Untergerüst ist hier mit 19 bezeichnet, das Maschinengestell mit 20. Der um die Achse 21 schwenkbare Arm ist mit 22 und die Belegungsvorrichtung mit 23 bezeichnet. Die die Belegungsvorrichtung 23 gegen die Tunnelwand 24 pressenden Hydraulikzylinder sind mit 25 bezeichnet. In Fig. 3 sind die Abstützzylinder, welche die Achse 21 gegen die Tunnelwand abstützen, mit 26 bezeichnet und entsprechen hier einer Vierfachenanordnung. Unter Umständen kommt man aber auch mit einem einzigen Abstützzylinder aus, der lotrecht wirkt und die Maschine durch Pressung gegen den Tunnelscheitel fest auf ihre Schienen drückt. Dieser Zylinder ist mit 27 bezeichnet. Selbstverständlich müssen alle Stützzylinder 26 oder 27 eingefahren werden, wenn das Maschinengestell 20 auf dem fahrbaren Untergerüst 19 durch den Zylinder 28 für die Horizontalverschiebung verrückt wird. In Fig. 3 sind die hydraulischen Zylinder, mit welchen das fahrbare Untergerüst 19 gegen die Tunnelsohle ausgerichtet werden kann, mit 29 bezeichnet.

In Fig. 4 ist eine Maschine dargestellt, mit welcher eine Tunnelröhre rundum mit auf einer Schraubenlinie liegenden Bahnen belegt werden kann. Mit 30 ist die äußere Tunnelauskleidung bezeichnet, mit 31 die Maschine, welche mittels der Räder 32 auf der runden Tunnelsohle verfahrbar ist. Da das Verschieben der Maschine 31 kontinuierlich zu erfolgen hat, um eine schraubenlinienförmige Belegung zu erreichen, welche durch die Überlappungslinien 33 an-

gedeutet ist, muß die Maschine relativ schwer ausgebildet werden, damit durch die Belegungsvorrichtung 34 und deren Druck gegen die Tunnelauskleidung 30 die Maschine nicht verschoben wird. Es kann aber auch daran gedacht werden, zur Aufnahme dieser Kräfte einen Stützarm 36 mit dem Arm 37 mitlaufen zu lassen, der die Andruckkräfte der Belegungsvorrichtung 34 auf die gegenüberliegende Tunnelwand ableitet. Die Achsen der Rolle des Stützarmes 36 sowie die Belegungsvorrichtung 34 sind unter einem solchen Winkel zu der Schwenkachse 35 einzustellen, daß dadurch eine schraubenlinienförmige Belegung möglich ist. Die Winkelstellung dieser Achsen, die mit 38 und 39 bezeichnet sind, kann automatisch dazu benutzt werden, um den Vortrieb der Maschine 31 in Pfeilrichtung 40 zu bewerkstelligen. Die hydraulischen Anpreßzylinder sowohl für die Belegungsvorrichtung 34 als auch für den Stützarm 36 sind der Einfachheit halber weggelassen. Bei einer Maschine dieser Art kann selbstverständlich auch auf das genaue Ausrichten ihrer Hauptachse 35 zur Tunnelachse verzichtet werden, wenn die hydraulischen Anpreßzylinder, welche den Stützarm 36 und die Belegungsvorrichtung 34 gegen die Tunnelwand pressen, genügend weit ein- und ausgefahren werden können und wenn die Maschine 31 selbst entsprechend sorgfältig parallel zur Tunnelachse gesteuert wird. Es sind aber auch Fälle denkbar, wo eine solche Steuerung nicht möglich ist, z. B. allein durch die Steuerung der gelenkten Räder 32 oder wegen größerer Unebenheiten in der Tunnelsohle. In diesem Fall muß die Maschine 31 in zwei Teile getrennt sein, und zwar in das fahrbare Untergestell und das darauf ruhende, mit drei hydraulischen Zylindern 42 einstellbare Maschinengestell 41. Die Einsteuerung der Maschine hat sodann mittels dieser hydraulischen Zylinder 42 während des Fahrens in Pfeilrichtung 40 in bekannter Weise zu erfolgen, z. B. durch optisches Ausrichten auf Richtmarken, die die Tunnelachse, welche mit 43 bezeichnet ist, markieren.

Die Belegungsvorrichtung ist in einer Ausführungsform in Fig. 5 schematisch dargestellt. Von der Vorratsrolle 44 wird die Dichtungsbahn durch die beiden Walzen 45 und 46 mit konstanter Geschwindigkeit abgezogen. Die beiden Walzen müssen deswegen gegeneinandergedrückt werden, was durch eine Feder geschieht. Die Walze 46 rollt die Dichtungsbahn an der Tunnelwand 50 ab. Die bereits verlegte Dichtungsbahn ist mit 49 bezeichnet und wird durch die federbelasteten Walzen 47 und 48 für eine gewisse Zeitdauer unter Anpreßdruck gegen die Tunnelwand 50 gedrückt, bis sie so weit abgekühlt ist, daß sie sich nicht mehr von der Tunnelwand 50 lösen kann. Alle Walzen müssen synchron angetrieben werden, da die zum Belegen erweichte Dichtungsbahn Walfalten bilden könnte. Wegen der Unebenheiten der Tunnelwand 50 ist vorgesehen, daß die Walzen 46, 47 und 48 oder auch weitere Andruckwalzen an ihrer Oberfläche mit einem elastisch nachgiebigen Belag versehen sind, wofür z. B. Silikonkautschuk in Frage kommt.

In Fig. 6 ist die Belegungsvorrichtung in einer abgewandelten Form dargestellt. Mit 51 ist die Vorratsrolle bezeichnet, mit 52 und 53 die federbelasteten Abzugswalzen und mit 54 eine Walze, welche einen Raum 59 zwischen der Dichtungsbahn und der Tunnelwand 58 frei hält, auf den später im Hinblick

auf den Klebprozeß noch näher eingegangen wird. Mit 55 und 56 sind federbelastete Andruckwalzen bezeichnet.

Bei der Belegungsvorrichtung kommt es auf gleichmäßige Abzugsgeschwindigkeit an, um definierte Verhältnisse für die Klebung zu erhalten. Aus diesem Grunde müssen auch die Abzugswalzen 45 und 46 in Fig. 5 sowie 52 und 53 in Fig. 6 einen schlupffreien Transport gestatten, auch wenn sich der Abzugswiderstand der Vorratsrolle 44 bzw. 51 durch Materialverbrauch ändert. Die in den Fig. 2, 3 und 4 mit 14, 23 und 34 schematisch dargestellten Belegungsvorrichtungen zeigen jeweils die in Fig. 5 und 6 mit 46 bzw. 53 bezeichnete Walze. Diese allein steht unter dem Anpreßdruck der hydraulischen Zylinder 17 bzw. 25 der Fig. 2 und 3. Das Lager dieser Walze ist also mit den beiden Kolbenstangen verbunden, wohingegen die übrigen Walzen 45, 47 und 48 in Fig. 5 bzw. 52, 54, 55 und 56 in Fig. 6 in einem nicht mitgezeichneten Gestell gelagert sind. Ihre Lager sind in bekannter Weise federbelastet.

In den Fig. 5 und 6 ist nicht mitgezeichnet, daß die ganze Belegungsvorrichtung wegen der Unebenheiten der Tunnelwand auch Schwenkungen ausführen muß, so daß die Achse der Hauptwalze 46 bzw. 53 nicht mehr parallel zur Schwenkachse 21 bzw. 35 des Armes steht. Diese Lagerungsart kann als bekannt vorausgesetzt werden.

Damit die Maschine den Belegungszyklus sowohl von der einen als auch von der anderen Tunnelsohlenseite aus beginnen kann, ist vorgesehen, daß die Belegungsvorrichtung um 180° geschwenkt werden kann. Dies kann auf die Art und Weise geschehen, daß das gesamte Gestell, in welchem sich die Abzugs- und Andruckwalzen befinden, in bekannter Weise um eine Achse schwenkbar und einrastbar angeordnet ist, welche die mittlere Senkrechte zwischen der mit 21 bzw. 35 bezeichneten Schwenkachse und den Andruckwalzen 46 bzw. 53 bildet.

In Fig. 7 ist ein Heizeil der Belegungsvorrichtung schematisch dargestellt, worin 60 die von der Vorratsrolle kommende Dichtungsbahn darstellt, 61 und 62 das Abzugswalzenpaar, 63 die bereits aufgelegte Bahn und 64 die Tunnelwand. In diesem Fall ist eine elektrische Heizung dargestellt. Von einer mit dem Heizelement 67 geheizten Schiene 66 schleifen auf der Oberfläche der zu erwärmenden Bitumenbahn federbelastete Metalllamellen 65, z. B. aus Kupfer, Silber oder anderen Legierungen. Diese Lamellen heizen die Materialbahn durch direkten Kontakt auf Schmelztemperatur, so daß in dem Spalt zwischen der Dichtungsbahn 60 und der Tunnelwand 64 das auf Schmelztemperatur gebrachte Bitumen in alle Unebenheiten der Tunnelwand 64 eindringt und sich dort verankert.

Bei der Belegungsvorrichtung gemäß Fig. 8 erfolgt die Heizung in einem Raum 76, der in Fig. 6 bereits mit 59 erwähnt wurde. Mit 68 ist die von der Vorratsrolle kommende Dichtungsbahn bezeichnet, mit 69 und 70 die Abzugswalzen, mit 71 eine Walze, die den Raum 76 zwischen der Dichtungsbahn 68 und der Tunnelwand 74 frei hält, mit 72 eine weitere Andruckwalze und mit 73 die aufgeklebte Bahn. Mit 75 ist in Seitenansicht ein Rohr bezeichnet, welches in den Spalt zwischen Andruckwalze 72 und Dichtungsbahn 68 einerseits und Tunnelwand 74 andererseits den Kleber einspritzt. Das

Einspritzen erfolgt hier durch an dieses Rohr angesetzte Breitschlitzdüsen oder ähnliche Düsen. Das Klebgut, welches sich aus irgendeinem Kunststoffkleber oder auch aus auf Schmelztemperatur gebrachtem Bitumen zusammensetzen mag, wird in einer solchen Mengeneinstellung in den Spalt eingespritzt, daß gerade alle Unebenheiten zwischen der Tunnelwand 74 und der aufgelegten Bahn 73 aufgefüllt werden, so daß es zu einem ganzflächigen Kontakt kommt. Die Ausbildung des Hohlraumes 59 bzw. 76 ist in der in den Fig. 6 und 8 dargestellten Weise vorgesehen, da dadurch erreicht werden soll, daß beim absteigenden Belegen der Tunnelwand, wie in diesen Figuren dargestellt, überschüssiges Klebgut nicht heruntertropfen kann, sondern auf die von der Andruckwalze 53 bzw. 70 kommende Dichtungsbahn fließt. Seitliche, nicht mitgezeichnete Begrenzer sorgen dafür, daß aus der Belegungsvorrichtung seitlich ebenfalls keine Klebmasse austreten kann.

Der Hohlraum 76 kann zugleich auch dazu benutzt werden, um in ihm die Erwärmung der Dichtungsbahn durchzuführen entweder dadurch, daß sehr starke Infrarotstrahler in ihm angeordnet sind, die sowohl die Tunnelwand als auch die Dichtungsbahn erwärmen, oder aber auch durch mit Gas betriebene Brenner.

Die Steuerung der Abrollgeschwindigkeit ist deswegen schwierig einzustellen, weil die erwärmte Dichtungsbahn weich ist und somit keinen guten Untergrund für Walzen bildet, die, darauf fortschreitend, den Arm 13, 22 oder 37 treiben sollen. Die Andruckwalze selbst muß auch, wie oben bereits erwähnt, mit weichem Material, z. B. Silikonkautschuk, belegt sein, um Unebenheiten auszugleichen, die ja z. B. auch schon die Überlappungen mit der vorher gelegten Bahn darstellen. Aus diesem Grund ist es erforderlich, den Vortrieb des Armes der Maschine mit einer konstanten Geschwindigkeit an der Tunnelwand dadurch zu bewerkstelligen, daß ein Treibrad an der unbelegten Tunnelwand abrollt oder an einer bereits früher mit Dichtungsmaterial belegten Tunnelwand, welches in der Zwischenzeit erkaltet ist.

In Fig. 9 ist diese Steuerung schematisch angedeutet. 77 ist die erste Andruckwalze, welche von dem Motor 78 getrieben wird, 80 die neu aufgelegte Bahn, welche mit einer früher gelegten Bahn 79 überlappend auf der Tunnelwand 81 dargestellt ist. Die Walze 77 ist an der Überlappung deformiert dargestellt. Ein neben der Andruckwalze 77, d. h. in Fortschreitrichtung der Maschine voraus, mit Gummi belegtes Rad ist mit 82 dargestellt und wird von dem Motor 83 getrieben. Dieses Rad 82, inklusive Motor, ist ebenfalls mit auf dem Schwenkarm der Maschine gelagert und steht unter hydraulischem Anpreßdruck gegen die Tunnelwand. Die Motoren 78 und 83 sind in ihrer Geschwindigkeit so aufeinander eingestellt, daß die in der Zeiteinheit erfolgenden Abwicklungen, einerseits des Rades 82 und andererseits der Andruckwalze 77 plus Dichtungsbahn 80, gleich sind. Es ist hierbei einerlei, ob der Motor 83 oder der Motor 78 der Primärmotor ist, wie auch, ob der Primärmotor den Sekundärmotor durch ein zwischen geschaltetes stufenloses Getriebe ersetzt. Während des Belegungsvorganges kann es durch unterschiedliches Einpressen der Dichtungsbahn 80 in den Untergrund zu Änderungen des wirksamen Durchmessers der Walze 77 kommen, weshalb eine Stellmöglichkeit zwischen diesen beiden Motoren oder

einem Motor und einem Nachfolgegetriebe notwendig ist. Sobald die Walze 77 relativ zu der Abwicklung des Rades 82 zu langsam laufen würde, käme es zu einem Abzug der frisch auf die Tunnelwand gelegten Dichtungsbahn. Sobald die Abwickelgeschwindigkeit der Walze 77 höher ist als jene des Rades 82, käme es zu einem Materialaufstau hinter der Walze 77. Dieser Aufstau würde zu Faltenbildungen, Lunkern und unter Umständen auch Ablösungen Anlaß geben. Die Stellmöglichkeit ist auch aus einem weiteren Grunde erforderlich, nämlich dann, wenn in mehreren Lagen Dichtungsbahnen verschiedener Materialstärke aufgeklebt werden müssen. Der Gleichlauf der Abwickelgeschwindigkeit von Rad 82 und Andruckwalze 77 plus Dichtungsbahn 80 läßt sich dadurch kontrollieren und steuern, daß bekannte Schlupfanzeiger eingesetzt werden, nach denen von Hand die Geschwindigkeit nachgeregelt wird oder auch automatisch.

Wegen des großen Gewichtes des schwenkbaren Armes der Maschine, inklusive Belegungsvorrichtung und Materialvorrat, ist vorgesehen, den Schwenkarm mit allen Vorrichtungen durch ein Gegengewicht in bekannter Weise auszubalancieren. Hierbei ist das halbe Gewicht der Materialrolle einzusetzen, damit das Gleichgewicht zwischen Gegengewicht und Arm in einem Belegungszyklus nur durch das halbe Gewicht einer Materialrolle gestört wird. Diese Gewichts Differenz kann unschwer von einem auf der Tunnelwand abrollenden, mit Gummi belegten Rad 82 überwunden werden.

Da es bei hohen Belegungsgeschwindigkeiten wegen der schlechten Leitfähigkeit der meist verwendeten bitumierten Dichtungsbahnen zu lange dauern könnte, bis die frisch gelegten Partien genügend erkaltet sind, ist vorgesehen, Kühlgebläse auf die unmittelbar aufgelegten Bahnpartien wirken zu lassen. Die Kühlluft kann z. B. zwischen den Andruckwalzen 46, 47, 48 in Fig. 5 und 55, 56 in Fig. 6 auf die gelegte Bahn einwirken. Die genannten Andruckwalzen selbst können selbstverständlich auch noch direkt gekühlt werden, entweder durch Wasser, Luft oder ein anderes Medium.

Um die frisch gelegte Dichtungsbahn längere Zeit unter Anpreßdruck zu halten, wird weiter vorgeschlagen, unmittelbar hinter der eigentlichen Belegungsmaschine, mit dieser aber verfahrbar, einen Andruckmechanismus vorzusehen. Dieser kann aus einem etwa rohrförmigen Rahmen bestehen, welcher auf der Außenseite mit einem Gummischlauchring belegt ist. In Fig. 10 ist ein solcher Andruckmechanismus schematisch dargestellt. Der zylindrische Rahmen ist mit 84 bezeichnet und wird auf einem Stützgestell 85, das an der Maschine 86 befestigt ist, montiert. Die Fortschrittsrichtung der Maschine ist mit 87 bezeichnet und die zuletzt gelegte Bahn mit 88 auf der Tunnelwand 89. Der zylindrische Rahmen 84 ist mit dem aus Kautschuk oder ähnlichem plastischen Material hergestellten Ringschlauch 90 rundum belegt, etwa nach Art der Montage eines Autoreifens, und steht über eine Leitung 91 und das Manometer 92 mit einem Druckluftherzeuger 93 in Verbindung. Sobald die Maschine 86 nach einem Belegungszyklus wieder zum Stillstand kommt, wird der Ringschlauch unter Druck gesetzt und legt sich sodann mit einem überall gleichen Anpreßdruck an die Dichtungsbahn an und erzeugt den gewünschten Anpreßeffekt. Es ist selbstverständlich, daß der Rahmen

84 nicht unbedingt rund sein muß, sondern dem Profil des Tunnels in etwa angepaßt ist.

Die Dichtungsbahnen kommen meist in Rollen von 20 bis 10 Meter Länge von der Fabrik an die Maschine. Größere Rollen sind im allgemeinen wegen des hohen Flächengewichtes weder zweckmäßig noch transportfähig. Um das Handhaben solcher Rollen zu erleichtern, wird vorgeschlagen, diese an dem Abwickelmechanismus nicht durch Aufdornen einzusetzen, weil dies sehr viel Arbeitsaufwand bedeutet, sondern die Rollen in eine Abwickelvorrichtung einzulegen. Diese Abwickelvorrichtung ist in Fig. 11 dargestellt und besteht im wesentlichen aus einer mit drehbaren Rollen versehenen Halbzylinderlagerschale. Die Rollen sind mit 94 bezeichnet und alle um Achsen parallel zur Vorratsrollenachse drehbar. Die Vorratsrolle ist mit 95 bezeichnet und die abgezogene Dichtungsbahn mit 96. Damit bei der Schwenkung der Armes von der einen Tunnelseite zur anderen die Vorratsrolle 95 nicht aus der Lagerschale herausfallen kann, ist die Lagerschale an dem Schwenkarm der Maschine schwenkbar angebracht. Die Lagerschale 97 ist so zu lagern, daß die Achse der Aufhängung 98 und die Achse der Vorratsrolle 99 stets lotrecht untereinanderliegen.

In Fig. 12 ist eine Maschine 106 für die schraubenlinienförmige endlose Rundumbelegung dargestellt. Der Schwenkarm der Maschine ist mit 107, die Belegungsvorrichtung mit 108 bezeichnet. Es ist denkbar, daß auch sehr große Vorratsrollen verarbeitet werden können, wenn die Dichtungsbahnen mit einem geringeren Flächengewicht hergestellt werden können. In diesem Fall wäre die schwere Vorratsrolle 110 in einen mit Rollen 109 ausgelegten kreisförmigen Lagerkorb 111 einzulegen, der zugleich das Gegengewicht zu dem Arm 107 darstellen kann. Der Abzug des Materials kann dann entsprechend der Linie 112 erfolgen. Da die Vorratsrolle 110 in diesem Fall sehr großes Gewicht hat, ist selbstverständlich nicht mehr an einen Handtransport und an ein Einlegen von Hand zu denken, sondern ist hierfür ein speziell eingerichtetes Hubgerät zu verwenden.

Die Beobachtung des ganzen Belegungsvorganges ist sehr schwierig, vor allen Dingen dann, wenn große Tunnelquerschnitte belegt werden müssen. Das Mitfahren einer bedienenden Person mit dem Schwenkarm der Maschine verspricht keinen Erfolg, da der mitfahrende Beobachtungsstand nicht tief genug fahren kann, um eine Beobachtung des Belegungsvorganges in der Nähe der Tunnelsohle zu gestatten. Es ist deswegen gemäß Fig. 13 vorgesehen, den Belegungsvorgang zentral mit Hilfe von Umlenkspiegeln zu beobachten. Das Auge des Beobachters ist mit 100 bezeichnet, der an der Achse des Schwenkarmes der Maschine 101 unter 45° angestellte Spiegel ist mit 102 und der ebenfalls unter 45° angestellte Spiegel zur Beobachtung des Belegungsvorganges ist mit 103 bezeichnet. Es handelt sich hier um den bekannten Strahlengang eines Periskops oder einer Winkelspiegelbeobachtung, womit sich der Belegungsvorgang der Belegungsvorrichtung 104 an der Tunnelwand 105 jederzeit an allen Stellen beobachten läßt, gleichgültig, ob sich die Belegungsvorrichtung 104 unten, an der Seite oder oben befindet.

Die zentrale Anordnung eines solchen Bedienungsstandes hat auch noch andere Vorteile, da der Bedienende auf der fahrbaren Maschine mitfahren und die in ihrem Maschinengestell 11, 20 bzw. 41

untergebrachten Einrichtungen bedienen kann. An dieser Stelle sind am zweckmäßigsten die Steuereinrichtungen für die verschiedenen hydraulischen Zylinder, Motoren, Regler usw. unterzubringen, die in bekannter Weise ausgeführt sind. Es ist zweckmäßig, den gesamten Antrieb der Maschine durch eine hydraulische Hochdruckpumpe zu bewerkstelligen, die über Hydraulikspeicher und die entsprechenden Regel- und Steuereinrichtungen auf Hydraulikzylinder und Hydraulikmotoren wirkt.

Selbstverständlich sind auch andere Antriebsarten denkbar, sei es von Hand mit mechanischen Trieben, seien es elektrische oder druckluftgetriebene Antriebe.

#### Patentansprüche:

1. Maschine zum Belegen von Tunnelwänden mit Dichtungsbahnen, dadurch gekennzeichnet, daß ein an einem Ende eine Belegungsvorrichtung (14; 23; 34) tragender Arm (13; 22; 37) mit dem anderen Ende an dem Maschinengestell (11; 20, 41) um eine etwa in Tunnellängsrichtung verlaufende Achse (21; 35) schwenkbar gelagert ist.

2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachse (21, 35) des Armes (13; 22; 37) etwa mit der Tunnellängsachse zusammenfällt.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Armes (13; 22; 37) entsprechend der über den Tunnelumfang variablen Entfernung zwischen Tunnelwand und Schwenkachse (21, 35) selbsttätig veränderbar und der Andruck der Belegungsvorrichtung (14; 23; 34) gegen die Tunnelwand in wählbarer Größe konstant einstellbar ist.

4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (13; 37) um 360° schwenkbar ist.

5. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (22), ausgehend von der Lotrechten, nach beiden Seiten gleich weit schwenkbar ist.

6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Maschinengestell (11, 20; 41) auf einem zur Schwenkachse (21; 35) etwa parallel verfahrbaren Fahrgestell (8, 19) angebracht ist.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Maschinengestell (41) vorzugsweise durch hydraulische Zylinder (42) in der Höhe und der Neigung zur Horizontalen einstellbar ist.

8. Maschine nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Maschinengestell (20) vorzugsweise durch einen hydraulischen Zylinder (28) gegenüber dem Fahrgestell (19) in Richtung der Schwenkachse (21) verschiebbar ist.

9. Maschine nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrgestell (8, 19) vorzugsweise durch hydraulische Hubzylinder (9, 29) in der Höhe und der Neigung zur Tunnelsohle verstellbar ist.

10. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Arm (37) ein Stützarm (36) angebracht ist, der in entgegengesetzter Richtung wie der Arm (37) verläuft und etwa ebenso lang wie dieser ist.

11. Maschine nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützarm (36) an seinem freien Ende mit einer an der Tunnelwand laufenden Rolle versehen ist.

12. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Maschinengestell (11) im Bereich der Achse (21) hydraulische Stützvorrichtungen (18) angebracht sind, die an der Tunnelwand zur Anlage kommen.

13. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß am Ende des Armes (13; 22; 37) neben der Belegungsvorrichtung (77) ein mit der Tunnelwand (81) in Eingriff kommendes Treibrad (82) für den Schwenkantrieb angebracht ist.

14. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Belegungsvorrichtung ein die Dichtungsbahn (49; 57) von einer Vorratsrolle (44; 51) abwickelndes Abzugswalzenpaar (45, 46; 52, 53) und eine Folge von mehreren in Schwenkrichtung hinter dem Abzugswalzenpaar zu ihm parallel angeordneten, mit diesem synchronlaufenden Anpreßwalzen (47, 48; 55, 56) enthält.

15. Maschine nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Walzen (45 bis 48; 52 bis 56) mit einem elastischen Belag vorzugsweise aus temperaturbeständigem Kunstkautschuk versehen sind.

16. Maschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß an einer Abzugswalze (62) auf der Oberfläche der zu erwärmenden Dichtungsbahn (60) schleifende, elektrisch beheizte Metallbleche (65) angebracht sind.

17. Maschine nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der äußeren Abzugswalze (53; 70) und der ersten Anpreßwalze (55; 72) eine Führungsrolle (54; 71) für die Dichtungsbahn (57; 68) angebracht ist, wodurch während des Betriebes zwischen der Tunnelwand (58; 74) und der Dichtungsbahn (57; 68) ein Hohlraum (59; 76) gebildet wird.

18. Maschine nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Hohlraum (76) eine Spritzvorrichtung aus einem senkrecht zur Schwenkrichtung angeordneten Rohr (75) mit einer über die ganze Bahnbreite reichenden Breit-schlitzdüse angeordnet ist.

19. Maschine nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Hohlraum (59; 76) ein Infrarotstrahler angebracht ist.

20. Maschine nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Hohlraum (59; 76) ein Gasbrenner angebracht ist.

21. Maschine nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (59; 76) an den Stirnflächen durch Seitenbleche verschlossen ist.

22. Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Anpreßwalzen (47, 48; 55, 56) Kaltluftgebläse angeordnet sind.

23. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Maschinengestell (86) ein im wesentlichen dem Tunnelprofil angepaßter Rahmen (84) angebracht ist der außen rundum mit einem aufblasbaren, aus elastischem Werkstoff bestehenden Ringschlauch (90) belegt ist.

24. Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorratsrolle (95) in einer halbzyklindrischen Lagerschale (97) gelagert ist, deren Lagerfläche innen mit vielen leicht laufenden Rollen oder Walzen (94) belegt ist.

25. Maschine nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerschale (97) an dem Arm (13; 22; 37) drehbar aufgehängt ist, so daß sich die Achse (99) der Vorratsrolle (95) selbsttätig oder durch einen Mechanismus lotrecht unter der Aufhängungsachse (98) einstellt.

26. Maschine nach einem der Ansprüche 14 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorratsrolle (110) in einem zylindrischen Lagerkorb (111) gelagert ist, der über den gesamten Innenumfang mit vielen leichtlaufenden Rollen oder Walzen (109) belegt ist.

27. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß der Arm (107) durch ein Gegengewicht an einer über die Schwenkachse hinausreichenden Verlängerung ausbalanciert ist.

28. Maschine nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Gegengewicht der Lagerkorb (111) ist.

29. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß mit dem Arm (101) ein Umlenkspiegelsystem (102, 103) fest verbunden ist, dessen Strahlengang von der Belegungsstelle zum Bedienungsstand am Maschinengestell gerichtet ist.

30. Verfahren zum Abdichten von Tunnelwänden mit einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachse des Armes etwa in die Tunnelachse gebracht wird und der Arm von dem einen zum anderen Fußpunkt an der Sohle geschwenkt wird, wobei die Dichtungsbahn abgerollt und auf die Tunnelwand aufgebracht wird.

31. Verfahren zum Rundumabdichten eines Tunnels mit einer Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwenkachse des Armes etwa in die Tunnelachse gebracht wird und der Arm in nur einer Drehrichtung gedreht wird, wobei die sich abrollende Dichtungsbahn auf die Tunnelwand aufgebracht und gleichzeitig die Maschine vorgeschoben wird.

In Betracht gezogene Druckschriften:

Schriftenreihe der Bundesfachabteilung Abdichtung gegen Feuchtigkeit, Bd. 1, »Abdichtung von Ingenieur-Bauwerken«, Wiesbaden / Berlin, 1958, S. 61 bis 75.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

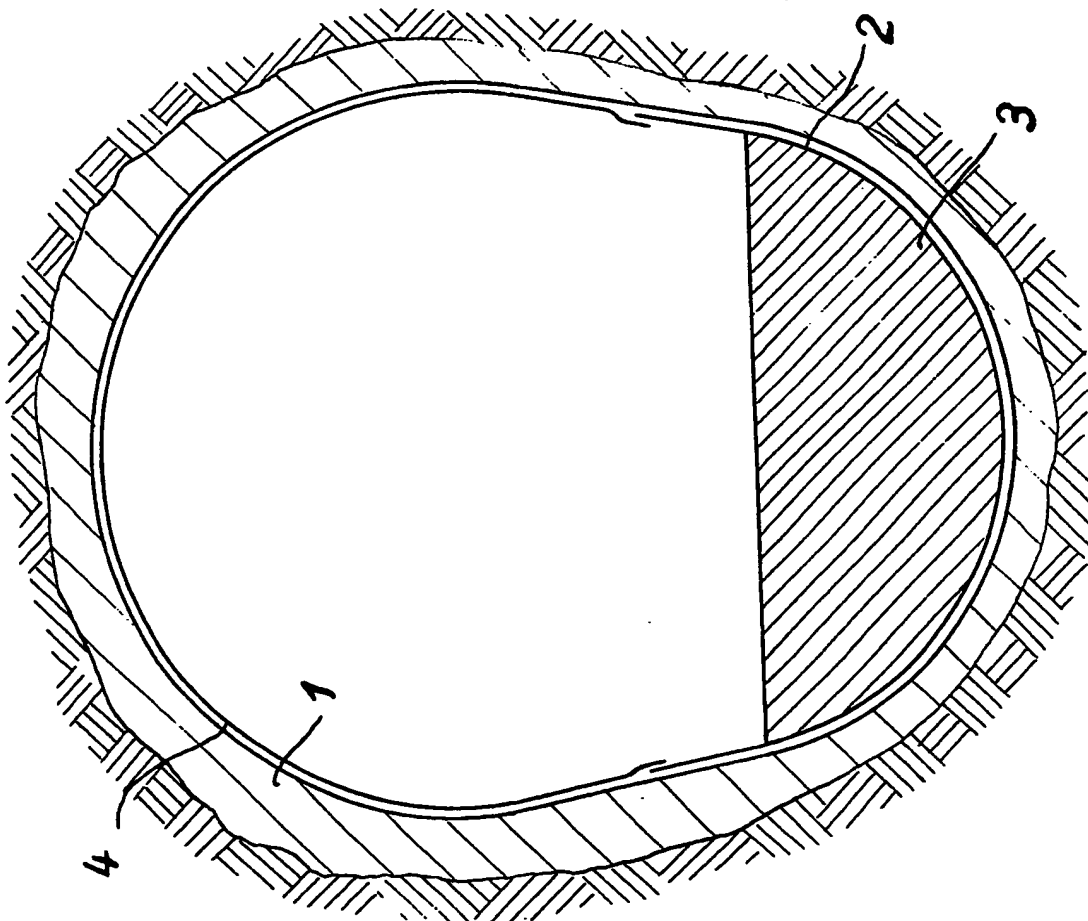
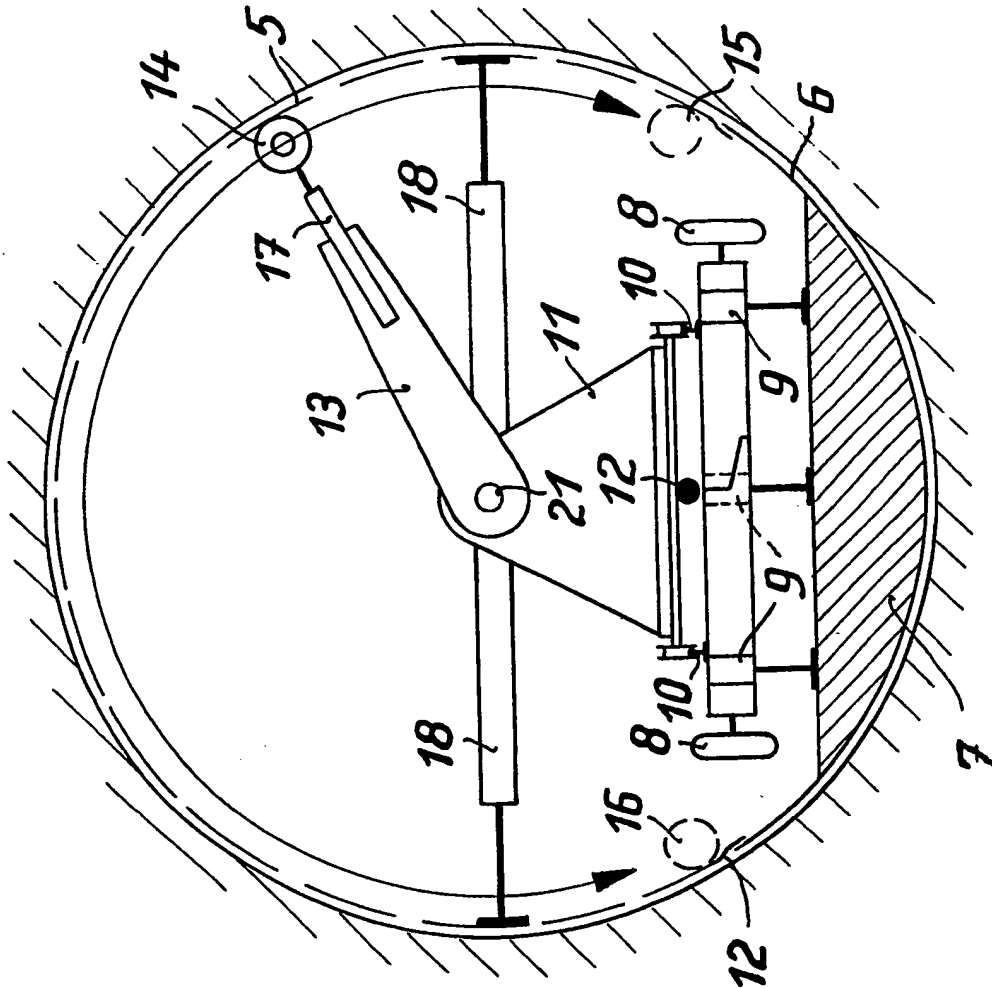
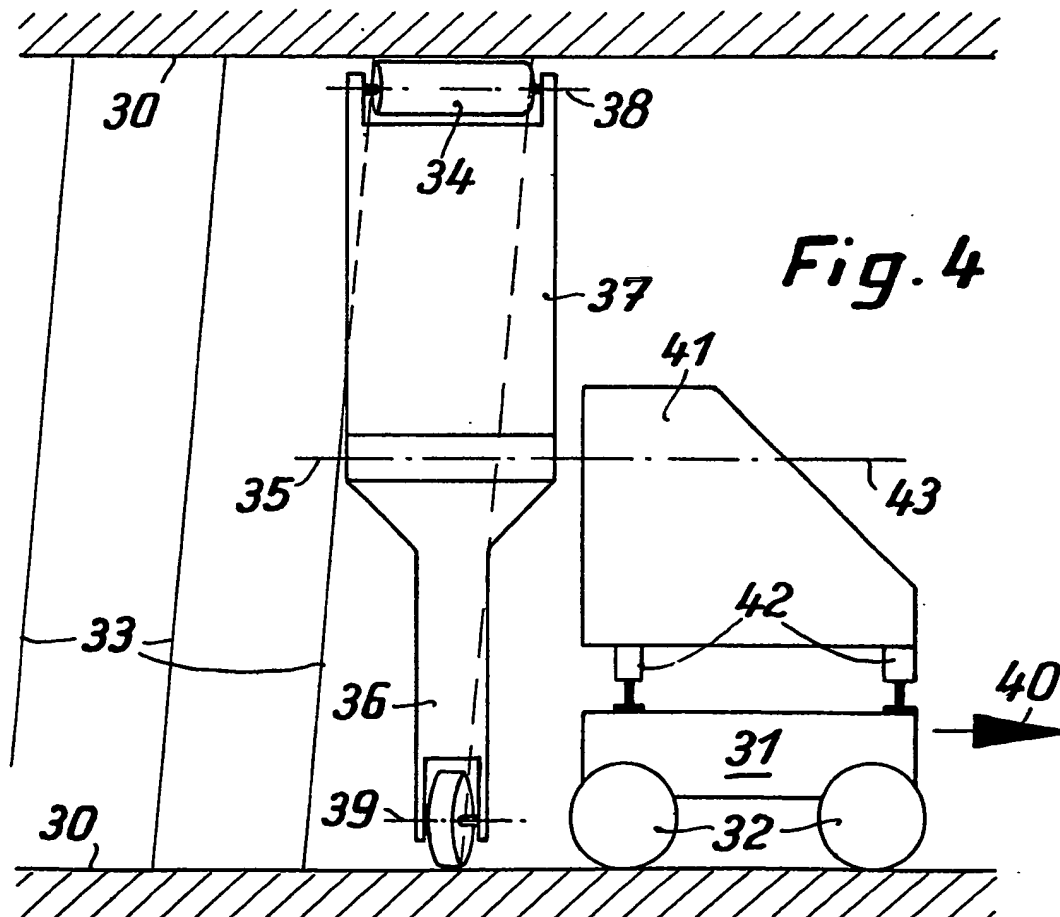
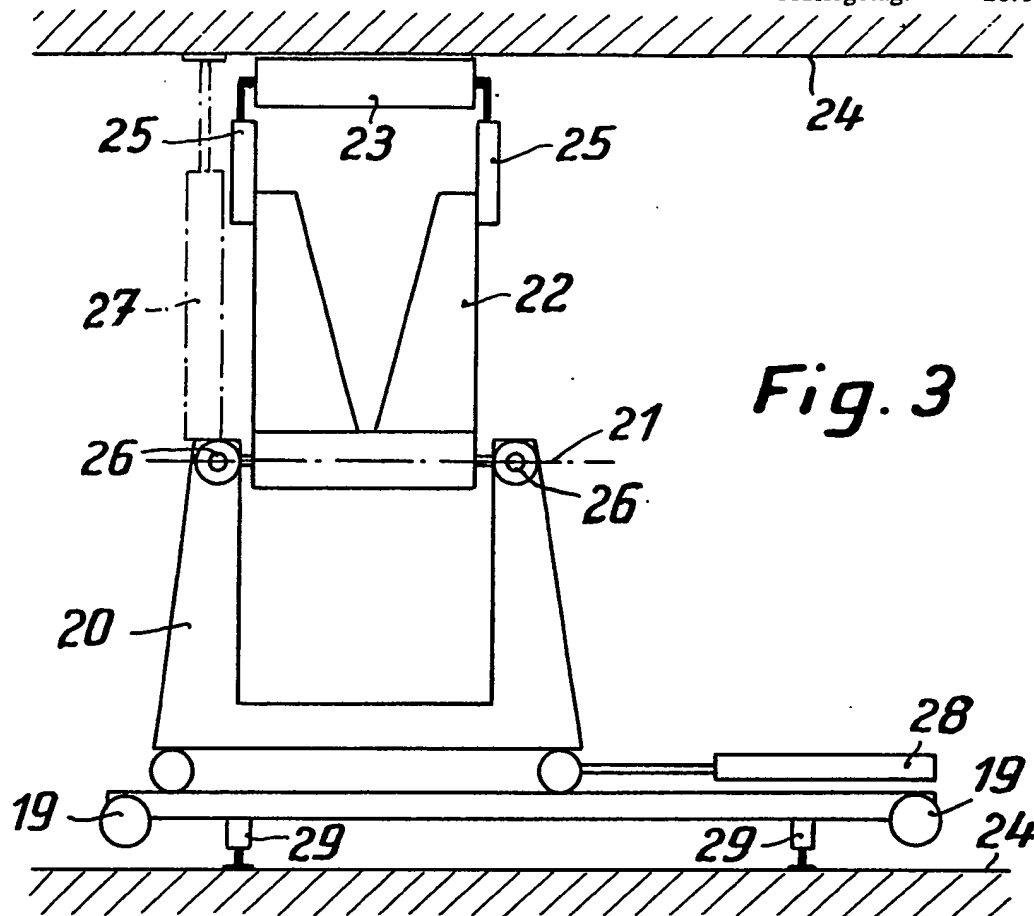


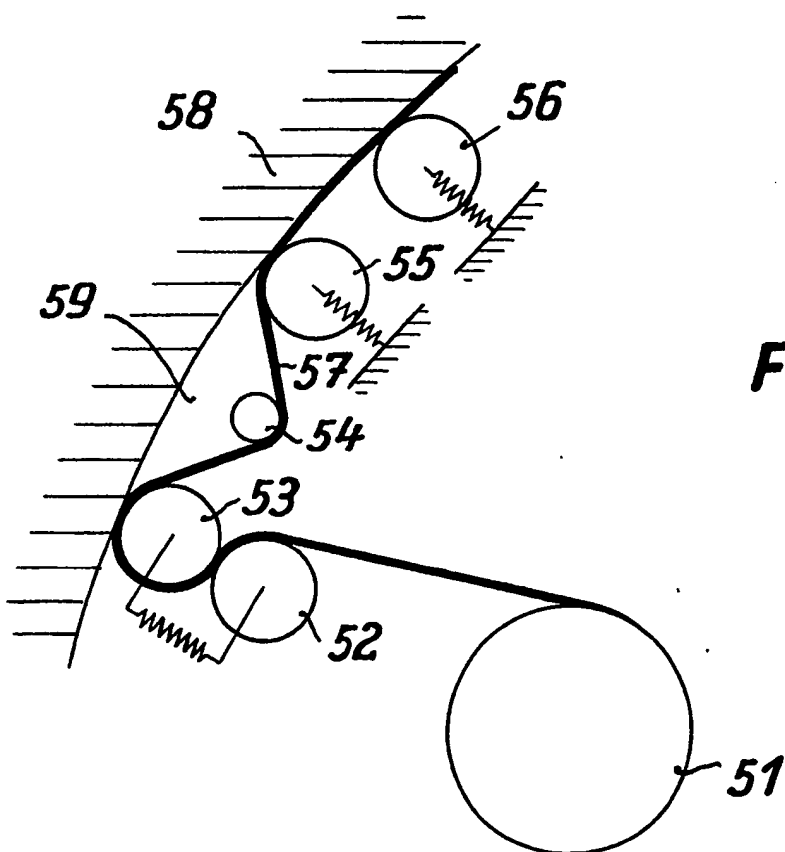
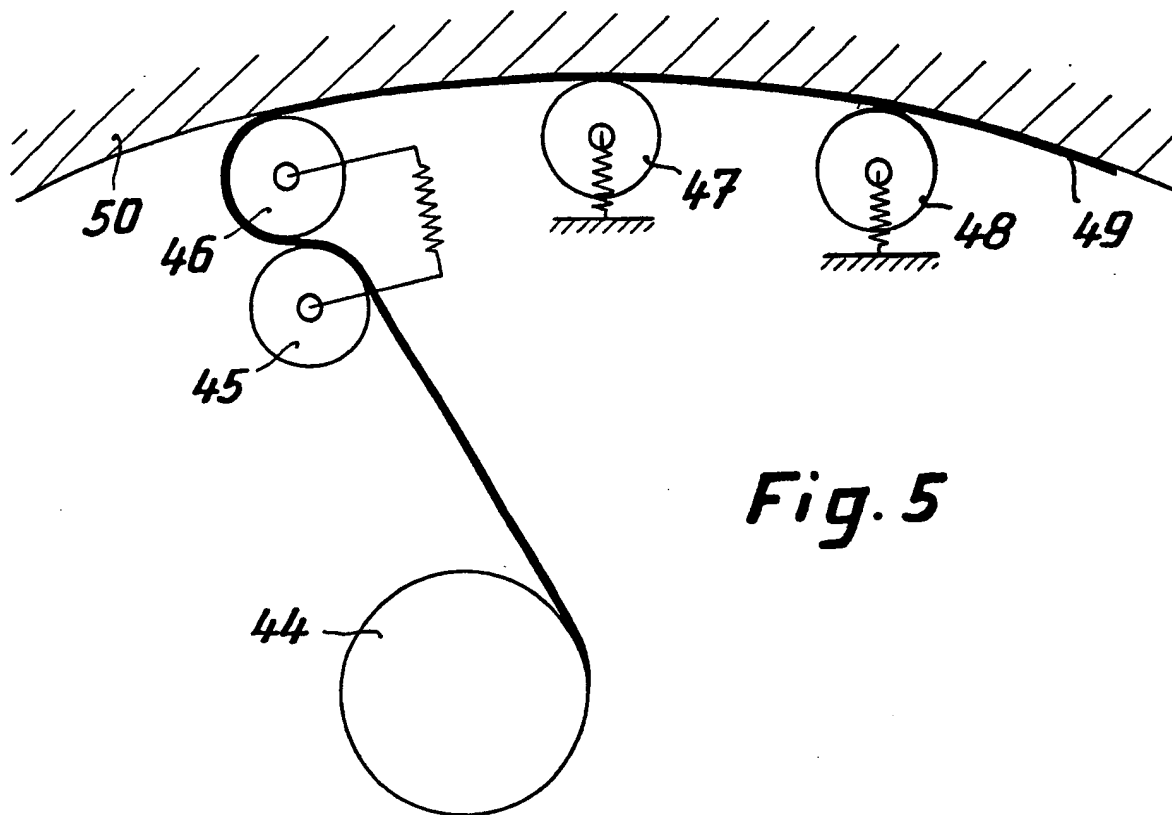
Fig. 2

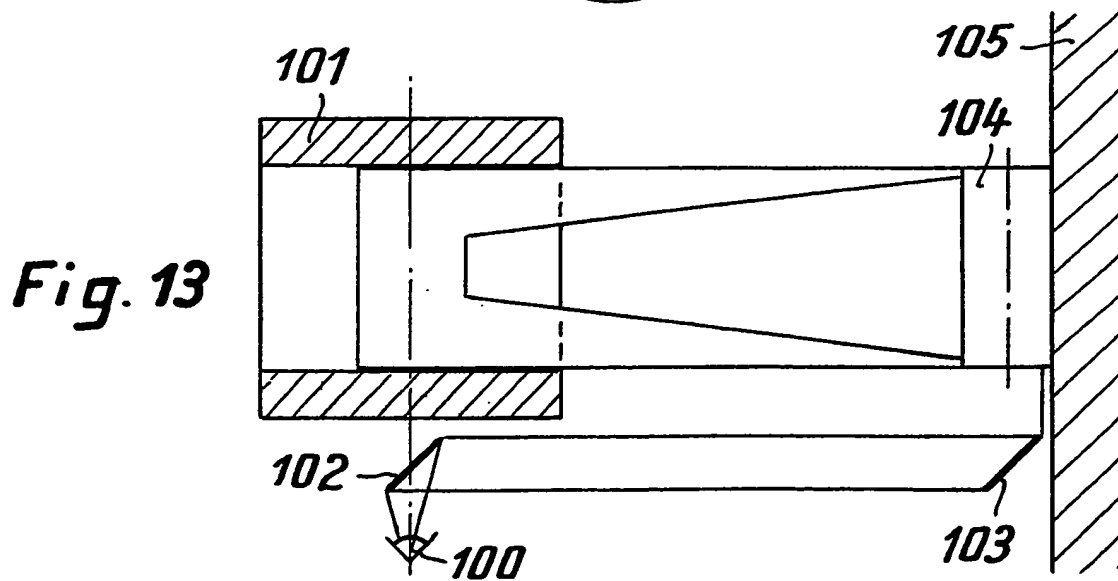
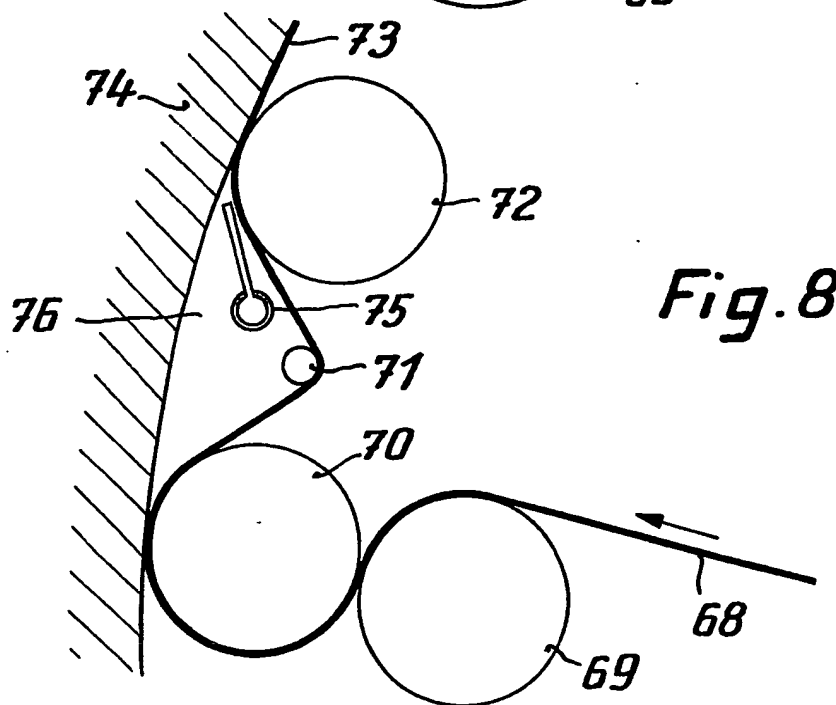
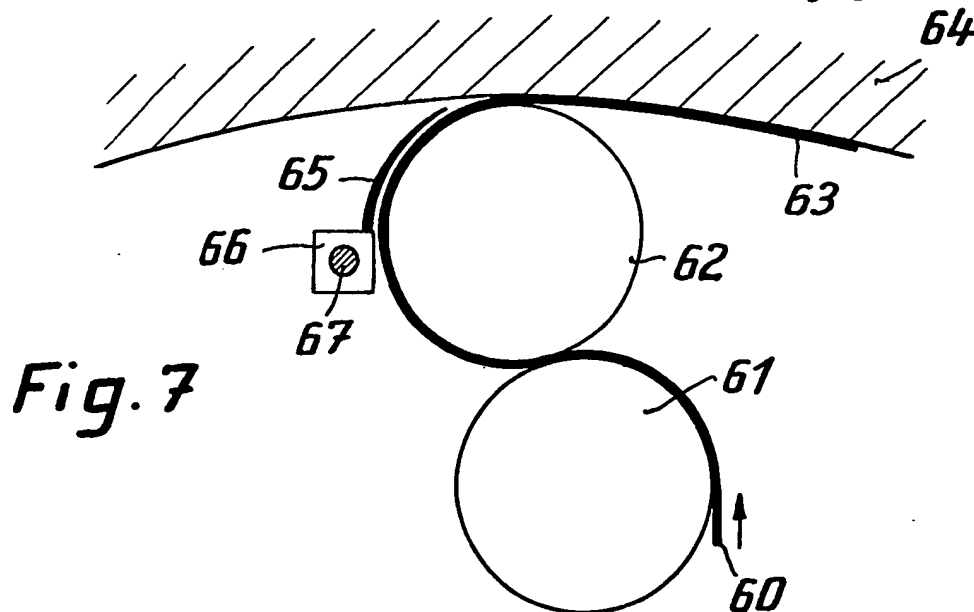




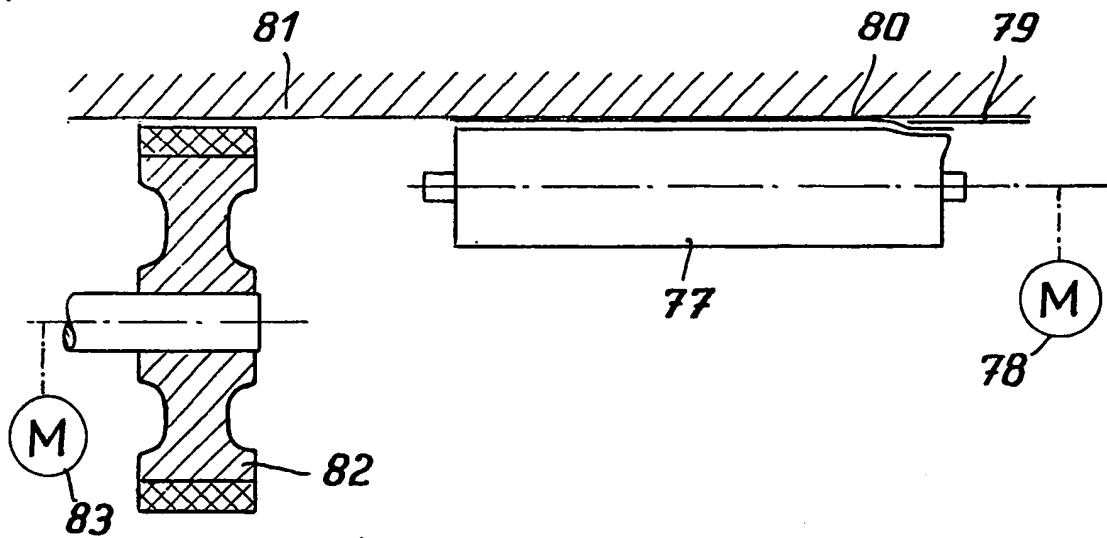




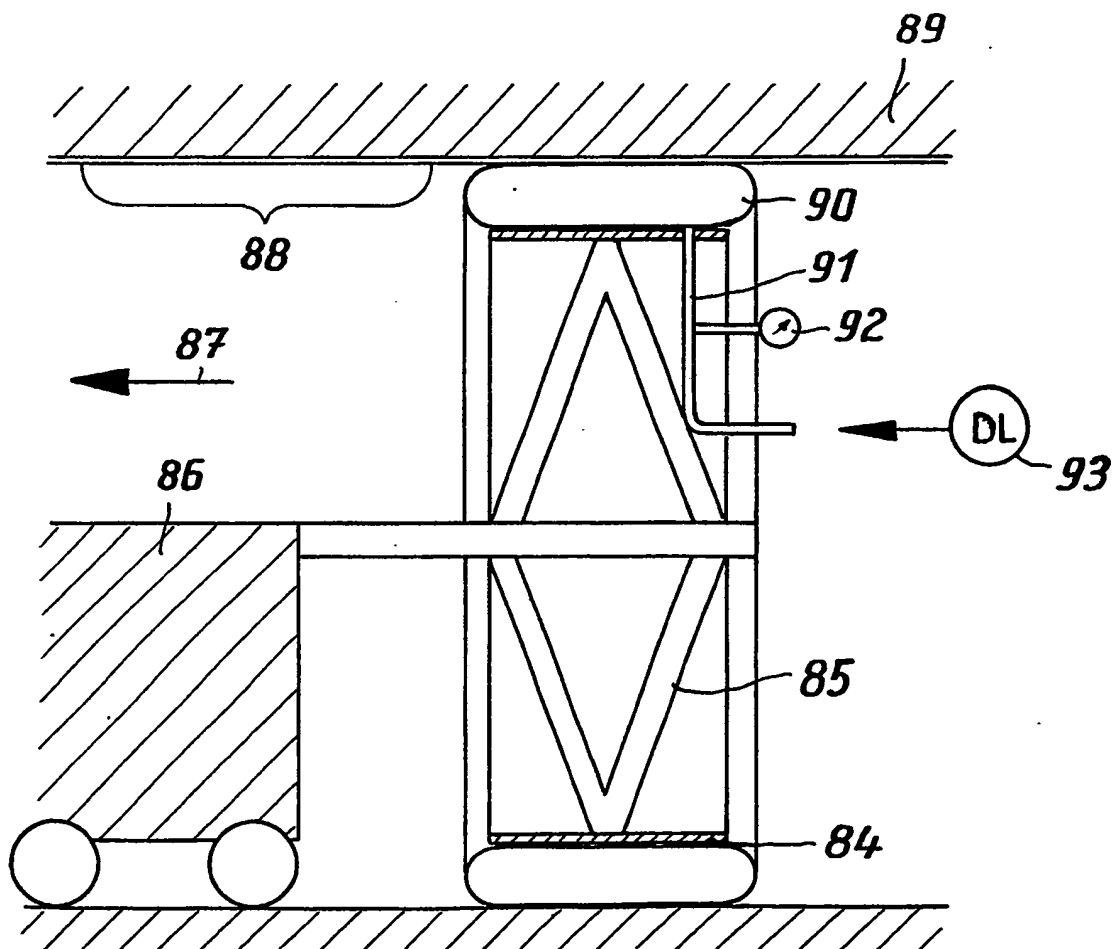




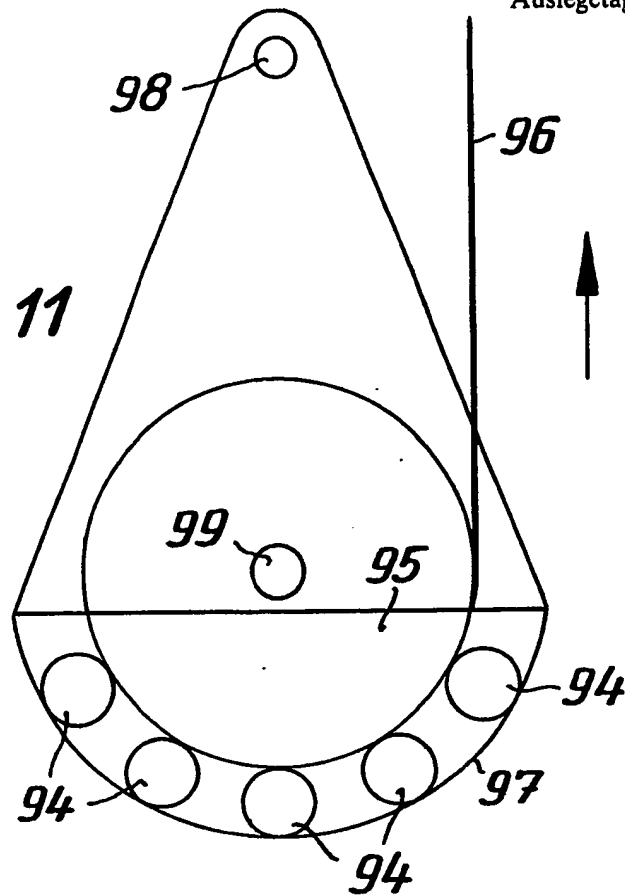
**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**



**Fig. 12**

